

Rapporti tecnici

INGV

**Le attività di Pronto Intervento Sismico
dell'INGV a seguito del terremoto
del 29 dicembre 2013 (area del Matese)**

281



Istituto Nazionale di
Geofisica e Vulcanologia

Editorial Board

Andrea Tertulliani - Editor in Chief (INGV - RM1)
Luigi Cucci (INGV - RM1)
Nicola Pagliuca (INGV - RM1)
Umberto Sciacca (INGV - RM1)
Alessandro Settimi (INGV - RM2)
Aldo Winkler (INGV - RM2)
Salvatore Stramondo (INGV - CNT)
Gaetano Zonno (INGV - MI)
Viviana Castelli (INGV - BO)
Marcello Vichi (INGV - BO)
Sara Barsotti (INGV - PI)
Mario Castellano (INGV - NA)
Mauro Di Vito (INGV - NA)
Raffaele Azzaro (INGV - CT)
Rosa Anna Corsaro (INGV - CT)
Mario Mattia (INGV - CT)
Marcello Liotta (Seconda Università di Napoli, INGV - PA)

Segreteria di Redazione

Francesca Di Stefano
Tel. +39 06 51860068
Fax +39 06 36915617
Rossella Celi
Tel. +39 095 7165851
redazionecen@ingv.it



Rapporti tecnici INGV

LE ATTIVITÀ DI PRONTO INTERVENTO SISMICO DELL'INGV A SEGUITO DEL TERREMOTO DEL 29 DICEMBRE 2013 (AREA DEL MATESE)

Pasquale De Gori¹, Milena Moretti¹, Lucia Margheriti¹, Gianpaolo Cecere¹, Aladino Govoni^{1,2},
Fabio Criscuoli¹, Salvatore Mazza¹, Valentino Lauciani¹, Ciriaco D'ambrosio¹, Angelo Castagnozzi¹,
Antonino Memmolo¹, Franco Migliari¹, Felice Minichiello¹, Vincenzo Cardinale¹, Luigi Falco¹,
Luigi Zarrilli¹, Giovanni De Luca¹, Luigi Abruzzese¹, Alberto Delladio¹, Laura Scognamiglio¹,
Alberto Michelini¹

¹INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Centro Nazionale Terremoti)

²OGS (Istituto Nazionale di Oceanografia e di Geofisica Sperimentale, Centro Ricerche Sismologiche)

281

Indice

Introduzione	7
1. La sequenza sismica in atto, la sismicità storica e quella recente	7
1.1 Andamento della sismicità durante il primo mese di sequenza sismica	7
2. La criticità del monitoraggio sismico in area epicentrale e gli interventi predisposti	9
2.1 Attività svolta per il ripristino e la manutenzione delle stazioni della RSN	11
2.2 Attività svolta dalla Rete Sismica Temporanea	12
2.2.1 Gestione della rete e distribuzione dei dati	14
3. Conclusioni	14
Ringraziamenti	14
Bibliografia	15
Allegato: Schede stazioni	17

Introduzione

A seguito della sequenza sismica iniziata il 29 dicembre 2013 con il terremoto di magnitudo (M_L) 4.9 alle 16.08 UTC, localizzato tra le province di Caserta e di Benevento dai sismologi in turno presso la sala di sorveglianza sismica [Basili, 2011] dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV), sono stati predisposti diversi interventi volti a migliorare il monitoraggio sismico e geodetico nell'area interessata dalla crisi sismica. L'azione coordinata tra il personale dell'INGV delle sedi di Roma e di Grottaminarda (Avellino) ha consentito, fra le diverse attività, il ripristino delle stazioni sismiche permanenti della Rete Sismica Nazionale (RSN [Amato and Mele, 2008; Delladio, 2011]) esistenti in zona ma mal funzionanti durante le prime ore della sequenza, e l'installazione ex-novo di due stazioni temporanee in trasmissione UMTS a sud-ovest e a sud-est dell'area epicentrale. Benché la copertura dell'area non fosse ottimale, è stato sempre garantito il servizio di sorveglianza sismica avendo localizzato terremoti ben al di sotto della soglia di comunicazione definita nella Convenzione¹ vigente tra INGV e Dipartimento della Protezione Civile (DPC) pari a $M_L \geq 2.5$. Nelle prime 24 ore della sequenza sono stati infatti localizzati più di 70 terremoti di magnitudo compresa fra 1.0 e 2.0.

In questo breve rapporto tecnico sono illustrate, dopo un inquadramento della sequenza sismica e del contesto sismologico in cui si colloca, le considerazioni che hanno portato all'attivazione del Pronto Intervento Sismico INGV, le attività svolte e le tempistiche rispettate.

1. La sequenza sismica in atto, la sismicità storica e quella recente

Il terremoto di M_L 4.9 del 29 dicembre 2013 (ore 16:08:43 UTC) che ha dato l'avvio alla sequenza sismica nella zona del Matese, è stato preceduto di pochi minuti da un altro evento di M_L 2.7 (ore 16:03:25) mentre nelle settimane precedenti non si era osservata alcuna attività sismica (Figura 1, a destra).

Se consideriamo l'area centrata nel *mainshock* (41.369° N, 14.445° E) e con un raggio di 20 km, consultando il catalogo dei terremoti ISIDe [ISIDe Working Group, 2010] dal 1° gennaio 2013 fino all'inizio della sequenza si contano non più di 20 eventi, tutti di $M_L < 2.5$. Estendendo la ricerca dall'inizio del catalogo ISIDe (16 aprile 2005) fino al giorno precedente l'inizio della sequenza, i terremoti nell'area sono poco meno di 500 con una magnitudo massima pari a 3.4 (27 dicembre 2006, 22.13 UTC).

In Figura 2 viene mostrata la porzione della Mappa di Pericolosità Sismica del territorio nazionale [Gruppo di Lavoro MPS, 2004; rif. Ordinanza PCM del 28 Aprile 2005, n. 3519, All. 1b] nell'area oggetto della sequenza sismica insieme alla sismicità storica selezionata dal Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (CPTI11 [Rovida et al., 2011]) per gli eventi di $M_W \geq 6.0$ e al terremoto del 29 dicembre 2013.

Da un punto di vista storico, la regione è stata interessata da diversi terremoti importanti tra i quali riportiamo di seguito i più significativi, elencandoli in ordine di accadimento:

- 5 dicembre 1456 (M_W 7.2, intensità Ix XI MCS), verificatosi in Molise, uno dei più forti registrati in Italia con circa 30.000 morti;
- 5 giugno 1688 (M_W 7.0, intensità Ix XI MCS), accaduto nel Sannio;
- 26 luglio 1805 (M_W 6.6, intensità Ix X MCS) avvenuto nello stesso Matese.

Come è evidente in Figura 2 ma ancor più nel dettaglio in Figura 1 (a sinistra), la sequenza odierna si sviluppa quasi interamente nella zona ad alta pericolosità sismica in cui il picco di accelerazione su roccia, con probabilità del 10% di essere superata nei prossimi 50 anni, è compreso tra i valori 0.250 g e 0.275 g.

1.1 Andamento della sismicità durante il primo mese di sequenza sismica

In Figura 1, è mostrata l'evoluzione giornaliera nel primo mese di attività (a destra) e la sua distribuzione spaziale (a sinistra). Nelle prime 24 ore della sequenza, subito dopo il *mainshock*, sono state registrate numerose repliche di cui 6 di $M_L \geq 3.0$ (Tabella 1). Tuttavia, dopo i primi giorni, la sismicità è diminuita rapidamente. Durante il primo mese di attività sismica (29 dicembre 2013 – 29 gennaio 2014) sono stati localizzati dai sismologi in turno presso la sala di sorveglianza sismica INGV 271 eventi, compreso il *mainshock* e l'evento che lo ha preceduto, il 60 % dei quali si è verificato nelle prime 72 ore di crisi sismica.

¹ <http://istituto.ingv.it/l-ingv/progetti/allegati-convenzioni-dpc/allegati-convenzione-quadro-2012-2021/accordo-quadro-2012-2021-allegato%20A.pdf>

Il 20 gennaio 2014 alle ore 07:17 UTC, un nuovo significativo evento di magnitudo pari a 4.2 ha interessato l'area leggermente a sud est rispetto al *mainshock* (Figura 1, a sinistra). In seguito l'attività sismica è praticamente terminata. Alla fine del mese di febbraio, visto l'andamento della sismicità e il corretto funzionamento delle stazioni della RSN, è stata decisa la disinstallazione della strumentazione della Rete Sismica Mobile (per maggiori dettagli vedi il Capitolo 2).

È doverosa una precisazione riguardante i terremoti mostrati in questo rapporto nelle varie mappe ed elencati in Tabella 1. Essi sono stati selezionati dal catalogo ISIDe il quale mostra la migliore localizzazione e la migliore stima di magnitudo al momento della pubblicazione dell'informazione, ovvero: secondo le stime calcolate in tempo reale dai sismologi in turno presso la sala di sorveglianza sismica e nelle settimane successive, quelle riviste dagli interpretatori del Bollettino Sismico Italiano². Inoltre, come avviene sempre per i terremoti più significativi, anche durante la sequenza nel Matese sono stati calcolati i momenti tensori per gli eventi con $M_L > 3.5$ usando la tecnica dei *Time Domain Moment Tensor* (TDMT [Dreger and Helmberger, 1993; Dreger, 2003]) nella versione implementata all'INGV [Scognamiglio et al., 2009; 2010]. Tali soluzioni focali sono mostrate in Figura 3 insieme alla magnitudo momento (M_w) risultante. La M_w rappresenta una migliore stima della grandezza del terremoto in quanto è direttamente legata al rilascio di momento sismico alla sorgente. Nel caso del *mainshock* del 29 dicembre 2013, l'inversione del momento tensore ha portato ad una stima della magnitudo pari a $M_w = 5.0$.

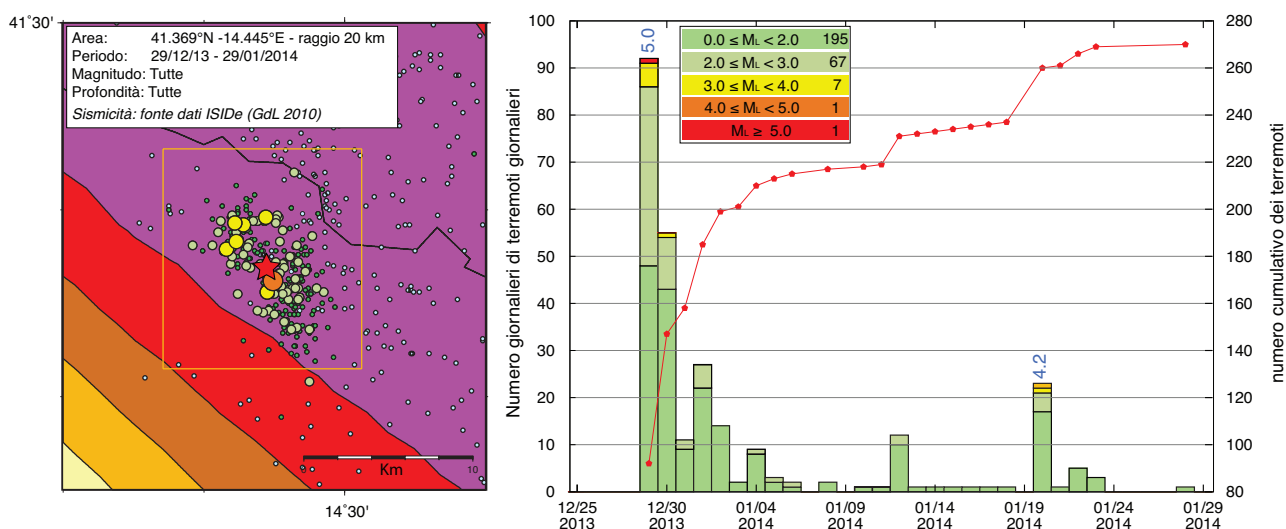


Figura 1. Evoluzione della sismicità nell'area oggetto della sequenza sismica del Matese durante il primo mese di crisi sismica. Nel dettaglio: a sinistra la distribuzione spaziale dei terremoti. A destra l'evoluzione giornaliera; la linea rossa indica la cumulata dei terremoti. L'estrazione dei terremoti è stata fatta tramite il Catalogo ISIDe considerando l'area con centro nel *mainshock* e un raggio di 20 km. Il quadrato arancione in mappa rappresenta l'area di estrazione.

² <http://bollettinosismico.rm.ingv.it/>

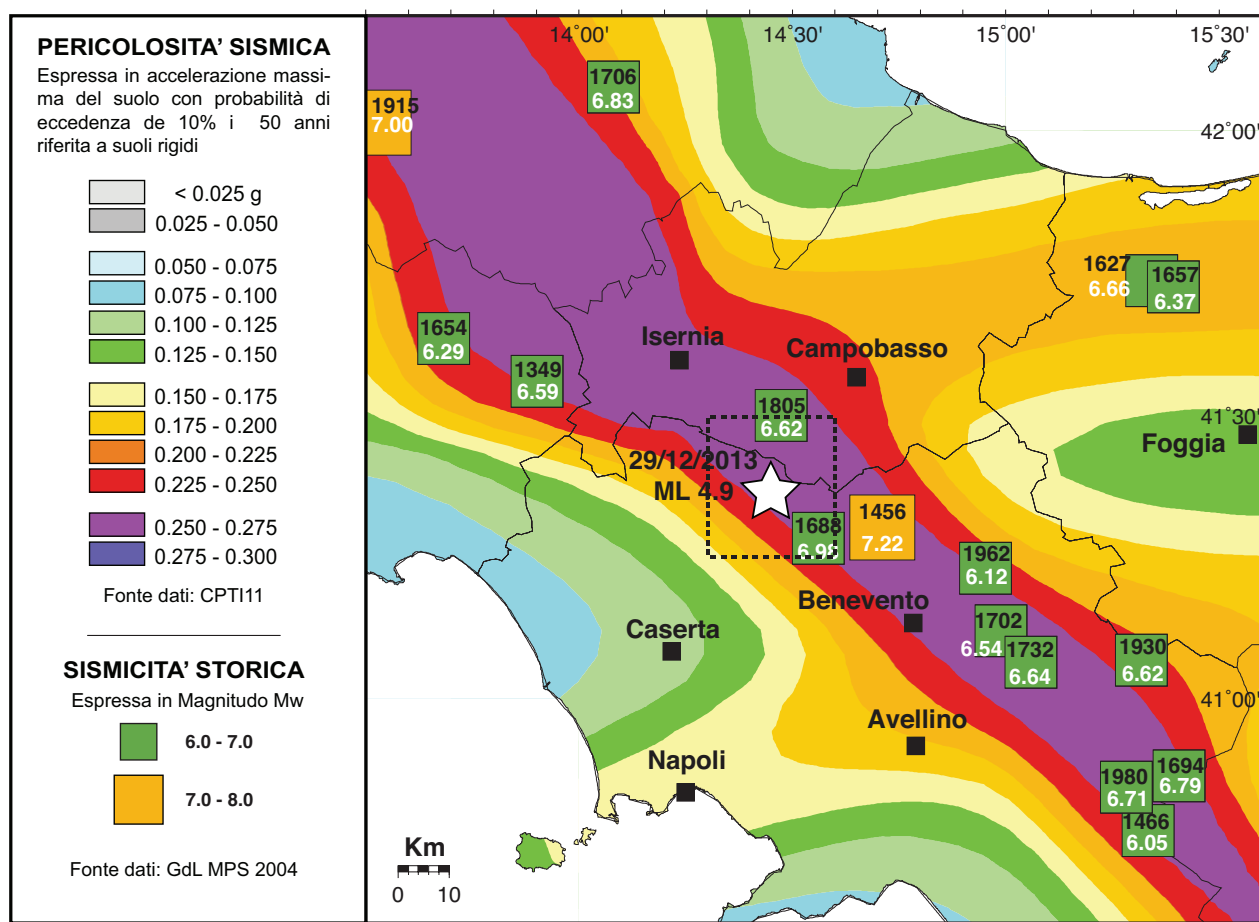


Figura 2. Mappa di pericolosità sismica nazionale [GdL MPS, 2004] dell'area interessata dalla sequenza sismica in atto e distribuzione della sismicità storica negli ultimi mille anni di magnitudo maggiore o uguale a 6.0 (fonte dati: Catalogo CPTI11). La stella bianca indica l'epicentro del terremoto di $M_L = 4.9$ ($M_W 5.0$) del 29 dicembre 2013. Il rettangolo tratteggiato raffigura l'area riportata in Figura 1.

2. La criticità del monitoraggio sismico in area epicentrale e gli interventi predisposti

L'area interessata dalla sequenza sismica oggetto del presente lavoro è normalmente monitorata mediante le stazioni sismiche della RSN (Figura 4) che consentono la localizzazione di terremoti di magnitudo ben inferiori a 2.5. Questa è la magnitudo di soglia definita nell'ambito della Convenzione vigente INGV-DPC oltre la quale avviene la comunicazione di avvenuto terremoto da parte dei sismologi in turno presso la sala di sorveglianza sismica verso la Sala Operativa DPC. Nonostante i primi giorni della sequenza alcune stazioni della RSN risultassero mal funzionanti, la soglia di magnitudo minima di comunicazione è stata sempre rispettata, fin dall'accadimento del *mainshock*. Tuttavia, vista la necessità di migliorare la qualità delle stime ipocentrali, abbassare la soglia di detezione dei terremoti, e con l'obiettivo di seguire con maggior dettaglio l'evoluzione della sequenza sismica, sono stati predisposti degli interventi di manutenzione urgente di alcune stazioni sismiche permanenti non funzionanti (Figura 4, triangoli verdi con bordo rosso) ed è stata attivata la Rete Sismica Mobile della sede INGV di Roma (Re.Mo. [Moretti et al., 2010]). Tutte le attività sono state svolte in collaborazione con i colleghi dell'Osservatorio di Grottaminarda (AV).

ORIGINE (UTC)	LAT	LON	Errore Orizzontale (km)	PROF (km)	Errore Verticale (km)	M _L /M _w
2013-12-29 17:08:43.640	41.369	14.444	0.5	10.5	1.0	4.9/5.0*
2013-12-29 17:29:34.410	41.383	14.423	0.8	22.5	2.3	3.0
2013-12-29 19:49:49.540	41.356	14.445	0.7	10.5	1.6	3.7/3.8*
2013-12-29 20:14:38.490	41.396	14.444	0.5	10.5	0.7	3.2
2013-12-29 21:35:35.210	41.379	14.416	0.5	18.2	1.8	3.0
2013-12-29 22:03:27.350	41.393	14.422	0.4	10.9	0.9	3.2
2013-12-30 02:18:32.860	41.392	14.428	0.3	9.8	0.5	3.1
2014-01-20 07:12:40.480	41.362	14.449	0.4	11.1	0.7	4.2/4.2*
2014-01-20 07:55:57.560	41.356	14.445	0.6	17.9	1.3	3.7/3.7*

Tabella 1. Elenco degli eventi di $M_L \geq 3.0$ dal 29 dicembre 2013 al 29 gennaio 2014; le localizzazioni sono quelle prodotte dai sismologi in turno presso la sala di sorveglianza sismica INGV di Roma. Con l'asterisco sono mostrate le stime della M_w ³. I colori evidenziano i range di magnitudo come da fonte ISIDE, quindi con la migliore stima della magnitudo, gli stessi utilizzati nelle mappe in Figura 1.

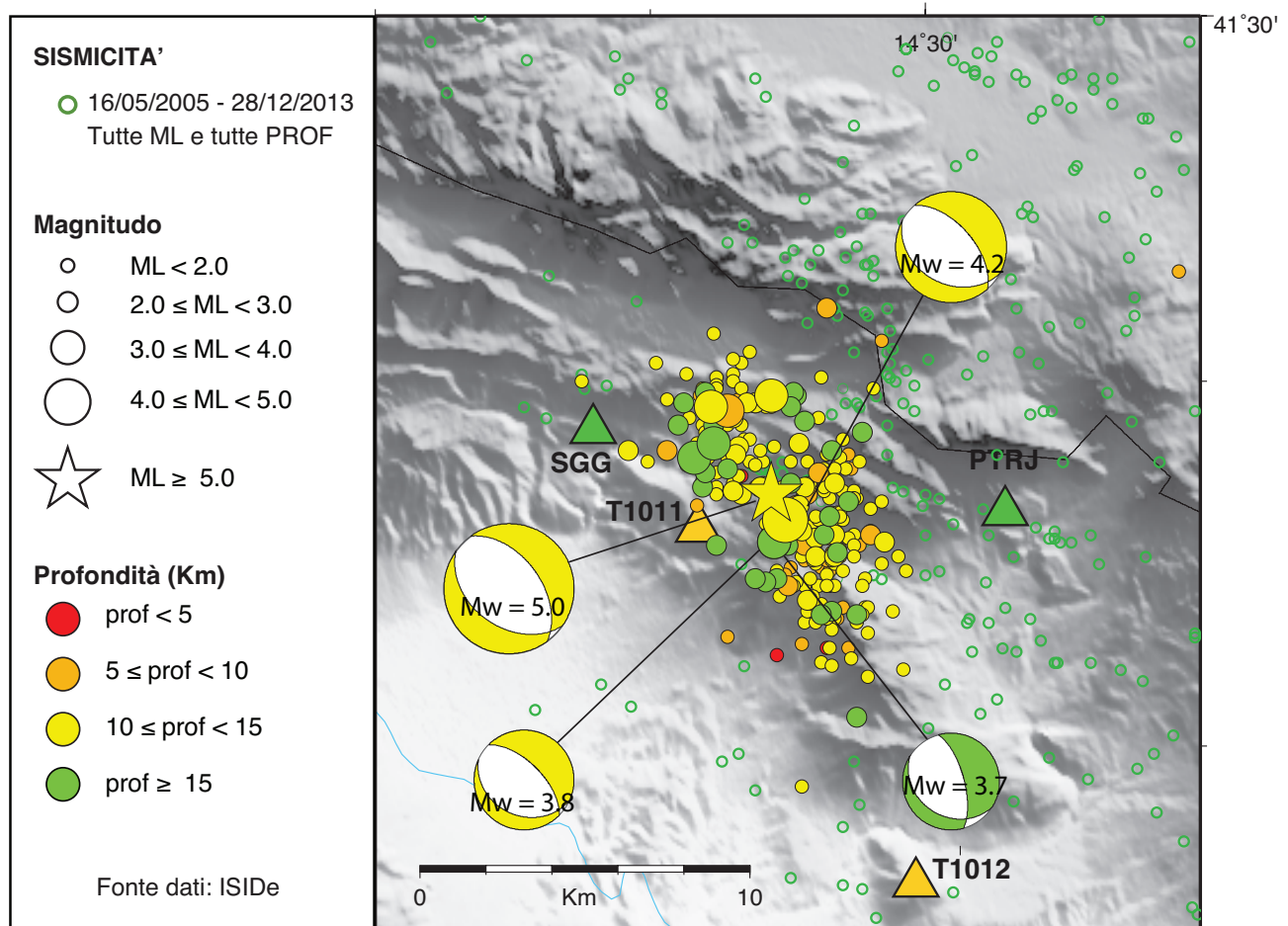


Figura 3. Mappa della sismicità del primo mese di crisi sismica. I colori evidenziano le profondità degli eventi, come indicato nella legenda. La dimensione dei cerchi è proporzionale alla magnitudo. Sono inoltre mostrati i quattro TDMT calcolati per gli eventi di magnitudo maggiore [Scognamiglio et al., 2009; 2010].

³ <http://cnt.rm.ingv.it/tdmt.html>

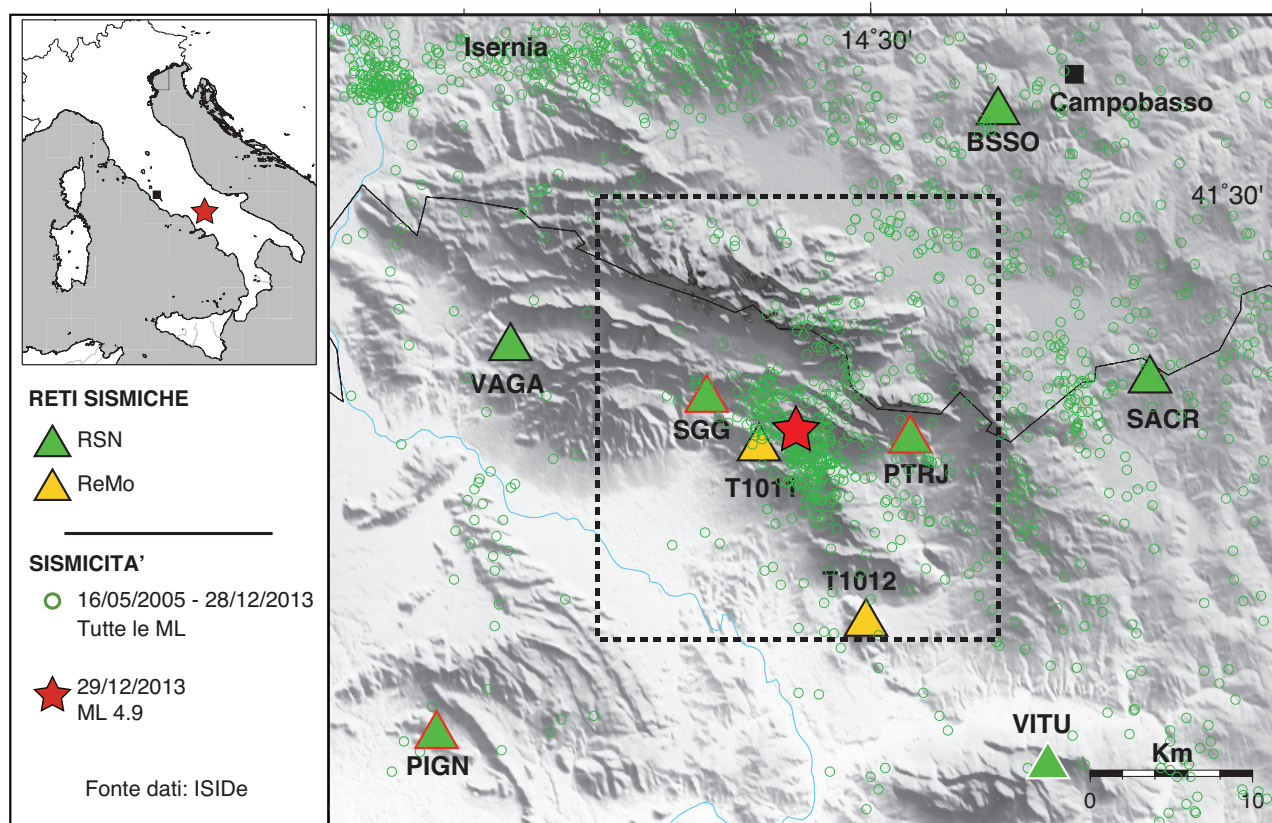


Figura 4. Reti sismiche in acquisizione nell'area del Matese: i triangoli verdi mostrano le stazioni sismiche permanenti mentre quelli gialli riportano le installazioni temporanee. Le stazioni verdi con bordo rosso sono le stazioni non funzionanti nelle prime 24/48 ore della sequenza. La stazione VITU, triangolo verde con bordo bianco, è stata installata ex-novo il 31 dicembre. La selezione indicata con il rettangolo tratteggiato corrisponde all'area della Figura 2.

2.1 Attività svolta per il ripristino e la manutenzione delle stazioni della RSN

La priorità degli interventi nelle prime 24 ore della sequenza sismica è stata data al ripristino delle 4 stazioni permanenti malfunzionanti afferenti alla RSN. Gli interventi sono stati effettuati dai tecnici dell'Osservatorio di Grottaminarda.

Seguirà una sintesi delle operazioni svolte in campagna e una descrizione tecnica dei 4 siti dove sono stati svolti gli interventi. Le operazioni sono state svolte con priorità maggiore per le prime due stazioni essendo i siti più prossimi alla sismicità in atto e quindi di importanza maggiore al fine di meglio vincolare la localizzazione degli eventi:

PTRJ (Pietraroja, Benevento, Figura 4 - triangolo verde con bordo rosso) è una stazione sismica permanente satellitare installata nel 2007 con sistema di trasmissione Hellasat equipaggiata con acquisitore TRIDENT della Nanometrics⁴ e due sensori: un accelerometro Episensor FBA-ES-T della Kinematics⁵ (passo di campionamento 100 Hz) e un Trillium 40 s della Nanometrics (100 Hz). Il sito originario è ipogeo, all'interno di una galleria di una vecchia miniera di bauxite. L'accesso alla miniera è impedito da alcuni mesi per via di cedimenti nella galleria d'ingresso. Vista l'emergenza sismica è stato pertanto predisposto un intervento mirato al ripristino immediato delle funzionalità della stazione. Pertanto sono stati installati, all'esterno della miniera, due sensori sismici della stessa tipologia di quelli presenti e non funzionanti all'interno della grotta. I sismometri sono stati ubicati all'interno del recinto dove è collocata la parabola satellitare. Inoltre, è stato sostituito il ricetrasmittitore modem/router satellitare Cygnus (Nanometrics), guastatosi in precedenza.

⁴ <http://www.nanometrics.ca/>

⁵ <http://www.kinematics.com/>

SGG (San Gregorio Matese, Caserta, Figura 4 - triangolo verde con bordo rosso) installata nel 2005, era una stazione RUPA equipaggiata con acquisitore GAIA2 a 3 canali (produzione INGV [Rao et al., 2010]). In occasione dell'emergenza oggetto del presente lavoro, presso la stazione è stato installato un modem satellitare con sistema di trasmissione Sat-Link Astra2Connect e al sensore presente, un Trillium 40 s della Nanometrics (100 Hz), è stato aggiunto un accelerometro Episensor FBA-ES-T della Kinematics (100 Hz). Ciò ha comportato anche la sostituzione dell'acquisitore con uno a 6 canali.

PIGN (Pignataro Maggiore, Caserta, Figura 4 - triangolo verde con bordo rosso) dal 2011 è in acquisizione una stazione in trasmissione Wi-Fi grazie alla collaborazione con la locale sezione della Protezione Civile e del Comune che ospita la strumentazione. La stazione, al momento del *mainshock*, presentava problemi nella trasmissione dei dati che sono stati tempestivamente risolti.

PALZ (Palazzo San Gervasio, Potenza) è una stazione sismica permanente satellitare installata nel 2006 con sistema di trasmissione Nanometrics equipaggiata con acquisitore TRIDENT e sensore Trillium 40 s (100 Hz). La stazione presentava un malfunzionamento del ricetrasmittitore Cygnus che è stato eliminato mediante la sostituzione dello strumento.

Con minore urgenza, anche in virtù della distanza epicentrale (circa 30 km), è stata anche installata una nuova stazione in località Vitulano (BN) all'interno di un sito dismesso delle rete sismica del Sannio-Matese [Del Gaudio et al., 2007]. Nel 2005 il sito era stato convertito a stazione satellitare, ma presto dismesso a causa di atti di vandalismo. La stazione, alla quale è stata assegnata la sigla **VITU** (Figura 4 - triangolo verde con bordo bianco), è costituita da un acquisitore GAIA2 equipaggiato con un sensore della Lennartz 3D/5s (100 Hz) ed è stata dotata di router UMTS per la trasmissione del dato in tempo reale. Maggiori dettagli in Allegato.

2.2 Attività svolta dalla Rete Sismica Temporanea

Secondo le procedure definite internamente all'INGV per gli stati di emergenza che seguono un terremoto significativo sul territorio nazionale e incluse nell'Allegato A⁶ della Convenzione vigente INGV-DPC, è prevista l'attivazione della struttura di Pronto Intervento Sismico INGV per eventi di $M_L \geq 5.0$ [Moretti et al., 2010]. Il terremoto del 29 dicembre 2013 era lievemente sotto soglia e pertanto non c'è stata l'attivazione automatica della struttura dando la priorità agli interventi precedentemente descritti (Paragrafo 2.1). Tuttavia il giorno successivo all'inizio della sequenza sismica è stata allestita una piccola rete temporanea costituita da due stazioni dotate di *router* UMTS per consentire, previa verifica della copertura dell'operatore telefonico a nostra disposizione, la trasmissione in *real-time* alla sala di sorveglianza sismica di Roma dei nuovi dati acquisiti. I dispositivi installati fanno parte della dotazione strumentale dedicata alle emergenze (Tabella 2 [Moretti, et al., 2010]).

Le attività sono state svolte dal personale al momento reperibile della Rete Sismica Mobile di Roma [Moretti et al., 2010] con il supporto dei colleghi di Grottaminarda che nel frattempo avevano suggerito e anche visionato i siti che hanno poi ospitato la strumentazione.

In considerazione della geometria della rete in quel momento disponibile, le due nuove stazioni sono state installate a sud-ovest (T1011 in Figura 4) e sud-est (T1012 in Figura 4) della sequenza in atto. Nel dettaglio (Tabelle 2 e 3; Figura 4):

- T1011: installata nel primo pomeriggio del 30 dicembre a Castello del Matese in Provincia di Caserta; grazie alla copertura telefonica è stato possibile connetterla in *real-time* al centro di raccolta dati a Roma dalle 18.00 circa locali dello stesso giorno, anche se il collegamento non è stato sempre garantito.
- T1012: installata la mattina del 31 dicembre a Faicchio in provincia di Benevento e anch'essa in trasmissione UMTS, dalle 11.00 circa, ora locale.

Come precedentemente accennato, entrambe le stazioni sono state inserite nel sistema di acquisizione della sala di sorveglianza sismica partecipando alle localizzazioni e alle elaborazioni prodotte in *real-time* (localizzazioni, meccanismi focali, *shake-maps*, ecc) dalla tarda serata del 31 dicembre. Il primo evento localizzato con la T1011 risale alle 22:52:10 UTC del 31 dicembre; con la T1012 alle 21:30:19 del 1 gennaio 2014. Per rendere possibile l'utilizzo dei dati in *real-time* delle due stazioni ex-novo contestualmente alla

⁶ <http://istituto.ingv.it/l-ingv/progetti/allegati-convenzioni-dpc/accordo-quadro-2012-2021-allegato%20A.pdf>

loro installazione in campagna, i parametri di acquisizione venivano configurati e inseriti presso la sede di Roma, nel sistema di acquisizione della RSN [Moretti et al., 2014].

In considerazione dell'entità del *mainshock* e dell'evoluzione della sequenza, non è stato necessario attivare il coordinamento "Sismiko" [Moretti et al., 2012; Margheriti et al., 2014] essendo sufficienti le attività svolte dalla Rete Sismica Mobile del CNT. In ogni caso, i colleghi afferenti al coordinamento, che si sono resi disponibili in caso di maggiore necessità, sono stati sempre aggiornati riguardo le attività in corso.

STRUMENTO	TIPO	FOTO	CARATTERISTICHE TECNICHE	
Ref Tek 130-1 [Ref Tek] http://www.RefTek.com	Acquisitore		Dinamica	> 135 dB
			Risoluzione	24 bit – 20 VPP
LE 3D lite [Lennartz] http://www.lennartz-electronic.de	Sensore velocimetro		Poli	-4.444 / +4.444j -4.444 / -4.444j -1.083 / 0.000j
			Zeri	Triplo zero all'origine
			Banda frequenza	1 - 80 Hz
EpiSensor FBA ES-T [Kinematics] http://www.kinematics.com/	Sensore accelerometro		Fondo scala	4g
			Range dinamico	155 dB
			Banda frequenza	DC a 200 Hz

Tabella 2. Acquisitore e sensori installati durante la crisi sismica del Matese che costituiscono parte della dotazione strumentale della Rete Sismica Mobile del CNT di Roma dedicata alle emergenze sismiche [Moretti et al., 2010].

Sigla	Località	Lat	Lon	Quota (m)	Start gg/mm/aa ora UTC	Tipo acquisizione
T1011	Castello del Matese, CE	41.35964	14.41748	1152	30/12/2013 17.00 circa	Real-time UMTS
T1012	Faicchio, BN	41.26233	14.49652	599	31/12/2013 10.00 circa	Real-time UMTS

Tabella 3. Dettagli relativi alle stazioni sismiche temporanee installate nel Matese. Entrambe le stazioni sono equipaggiate con un acquisitore Retfek 130-1 e due sensori, un velocimetro a corto periodo Le 3D lite e un accelerometro EpiSensor con fondo scala configurato a 4g. Per entrambi i sensori l'acquisizione dati è stata configurata con un passo di campionamento pari a 125 sps.

2.2.1 Gestione della rete e distribuzione dei dati

Prima della definitiva disinstallazione delle stazioni temporanee, avvenuta il 3 marzo 2014, sono stati effettuati due giri di controllo con relativo recupero dei dati.

Entrambe le stazioni hanno presentato problemi relativi all'impianto di alimentazione fotovoltaica sia per le avverse condizioni meteo tipiche della regione nel periodo invernale sia per i maggiori consumi energetici accresciuti dalla presenza del router UMTS. Per tali motivi, ad ambedue le stazioni sono state raddoppiate le batterie (da 40 a 80 Ah).

Si sono inoltre riscontrate, in maniera discontinua, difficoltà nella trasmissione dei dati, in particolare alla T1011. Pertanto si sta provvedendo alla conversione dei dati dal formato nativo Ref Tek al formato internazionale SEED [Moretti et al. 2104]. Quanto prima i dati in oggetto saranno catalogati nell'archivio di forme d'onda dedicato *European Integrated Data Archive* (EIDA [Mazza et al., 2011; 2012; Moretti et al., 2014]) e distribuiti alla comunità scientifica tramite il portale web EIDA [Mazza et al., 2012].

In osservanza a raccomandazioni internazionali, le due stazioni sono state registrate presso l'*International Seismological Centre*⁷ (ISC).

3. Conclusioni

In occorrenza della sequenza sismica che dalla fine di dicembre 2013 ha interessato l'area del Matese, sono stati predisposti diversi interventi volti al miglioramento del monitoraggio sismico della zona compresa tra le province di Caserta e Benevento. Oltre al ripristino di stazioni sismiche permanenti malfunzionanti all'accadimento del *mainshock*, sono state installate nella zona epicentrale due stazioni sismiche temporanee. Entrambe le stazioni sono state dotate di router UMTS al fine di inserire i dati registrati in tempo reale nel sistema di acquisizione della sala di sorveglianza sismica INGV e nelle di localizzazione dei terremoti che hanno seguito per alcuni giorni l'evento principale. Il loro funzionamento è continuato per circa due mesi, quando l'andamento della sismicità è tornato ai livelli precedenti al *mainshock* e le stazioni sismiche permanenti dell'area hanno ripreso il loro abituale funzionamento.

Il presente lavoro vuole rappresentare un breve memorandum in cui riassumere gli aspetti scientifici e tecnici che hanno motivato i provvedimenti presi dall'INGV durante l'emergenza nel Matese per migliorare il monitoraggio sismico. Si ritiene infatti utile tener traccia di questo tipo di attività, dei problemi incontrati, delle soluzioni trovate oltre che descrivere dettagliatamente le reti sismiche temporanee e i *dataset* prodotti ai fini della ricerca.

Ringraziamenti

Gli Autori desiderano ringraziare tutti i colleghi INGV che giorno dopo giorno rendono possibili le importanti attività che devono essere svolte con tempestività e accuratezza in situazioni come quelle descritte nel presente rapporto.

Le installazioni sono state realizzate con l'aiuto dei colleghi del Laboratorio di Sismologia del CNT di Roma e in particolare si ringraziano Edoardo Giandomenico e Marcello Silvestri. Le acquisizioni in *real-time* sono state rese possibili grazie alla collaborazione dei colleghi dell'Unità Funzionale "Analisi Dati Sismologici" del CNT. Grazie a Marco Cattaneo per i suoi preziosi consigli e il suo inesauribile entusiasmo, a Vincenzo Sepe per i suggerimenti e l'aiuto dato.

Infine, gli Autori ringraziano i Comuni e i privati che hanno ospitato le stazioni sismiche temporanee.

Le attività di sviluppo e la realizzazione dell'infrastruttura sono state effettuate con il supporto del Dipartimento Protezione Civile.

⁷ <http://www.isc.ac.uk/>

Bibliografia

- Amato A. and Mele F. M., (2008). *Performance of the INGV National Seismic Network from 1997 to 2007*. Annals of Geophysics, 51, 2/3, 417-431.
- Basili A., (2011). *Attività di sala operativa*. In: Cattaneo M. e Moretti M., eds. Riassunti estesi I° Workshop Tecnico “Monitoraggio sismico del territorio nazionale: stato dell’arte e sviluppo delle reti di monitoraggio sismico” Roma 20 | 21 dicembre 2010. Miscellanea INGV, 10, 99-100.
- Del Gaudio C., Sepe V., Aquino I., Borgstrom S., Brandi G., Cecere G., D’Alessandro A., De Martino P., D’Errico V., Dolce M., Milano G., Obrizzo F., Ricciardi G. P., Ricco C., Siniscalchi V., Tammaro U., (2007). *La Rete Gps dell’area Sannio – Matese*. Open File Report, 4. <http://www.ov.ingv.it/ov/doc/ofr07004.pdf>.
- Delladio A., (2011). *Monitoraggio sismico del territorio nazionale*. In: Cattaneo M. e Moretti M., eds. Riassunti estesi I° Workshop Tecnico “Monitoraggio sismico del territorio nazionale: stato dell’arte e sviluppo delle reti di monitoraggio sismico” Roma 20 | 21 dicembre 2010. Miscellanea INGV, 10, 11-16.
- Dreger, D. S., (2003). *TDMT_INV: Time Domain Seismic Moment Tensor INVersion*. In: W. K. Lee, H. Kanamori, P. C. Jennings, C. Kisslinger (Eds). International Handbook of Earthquake and Engineering Seismology, 81B, 1627.
- Dreger, D. S., and D. V. Helmberger, (1993). *Determination of Source Parameters at Regional Distances with Single Station or Sparse Network Data*. Journ. Geophys. Res., 98, 8107-8125.
- Gruppo di Lavoro MPS, (2004). *Redazione della mappa di pericolosità sismica prevista dall’Ordinanza PCM 3274 del 20 marzo 2003*. Rapporto Conclusivo per il Dipartimento della Protezione Civile, INGV, Milano-Roma, aprile 2004, 65 pp. + 5 appendici.
- ISIDe Working Group, (2010). *Italian Seismological Instrumental and parametric database*. <http://iside.rm.ingv.it>.
- Margheriti L., Moretti M., Pasta M., Chiaraluce L., Frepoli A., Piccinini D., Piccolini U., Colasanti G., Criscuoli F., De Gori P., Ferretti G., Franceschi D., Giandomenico E., Giovani L., Govoni A., Marchetti A., Mazza S., Pavan M., Scafidi D., Silvestri M., Spallarossa D., Pintore S., Lauciani V., Fiaschi A., Turino C., (2014). *Il terremoto del 21 giugno 2013 in Lunigiana. Le attività del coordinamento Sismiko*. Rapporti Tecnici INGV, 268, 34 pp.
- Mazza S., Basili A., Bono A., Lauciani V., Mandiello A.G., Marcocci C., Mele F., Pintore S., Quintiliani M., Scognamiglio L., Selvaggi G., (2012). *AIDA – Seismic data acquisition, processing, storage and distribution at the National Earthquake Center, INGV*. “The Emilia (northern Italy) seismic sequence of May-June, 2012: preliminary data and results” edited by Marco Anzidei, Alessandra Maramai and Paola Montone, 55, 4, 541-548. Doi: 10.4401/ag-6145.
- Moretti M., Cattaneo C., Cecere G., Govoni A., Margheriti L., Mazza S., (2014). *I dei dati sismologici delle reti sismiche permanenti e temporanee*. Regolamento e procedure. Rapporti Tecnici INGV, 276, 32 pp.
- Moretti M., Govoni A., Colasanti G., Silvestri M., Giandomenico E., Silvestri S., Criscuoli F., Giovani L., Basili A., Chiarabba C., Delladio A., (2010). *La Rete Sismica Mobile del Centro Nazionale Terremoti*. Rapporti Tecnici INGV, 137, 61 pp.
- Moretti M., et al., (2012). *Rapid-response to the earthquake emergency of May 2012 in the Po Plain, Northern Italy*. Annals of Geophysics, “The Emilia (northern Italy) seismic sequence of May-June, 2012: preliminary data and results” edited by Marco Anzidei, Alessandra Maramai and Paola Montone, 55, 4. Doi: 10.4401/ag-6152.
- Rao S., Salvaterra L., Acerra C., (2010). *Software per l’installazione e la configurazione della stazione sismica GAlA2*. Rapporti Tecnici INGV, 130, 54 pp.
- Rovida A., Camassi R., Gasperini P. e Stucchi M., a cura di, (2011). *CPTI11, la versione 2011 del Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani*. Milano, Bologna. <http://emidius.mi.ingv.it/CPTI>.
- Scognamiglio L., Tinti E. and A. Michelini, (2009). *Real-time determination of seismic moment tensor for italian region*. Bull. Seism. Soc. of Am., 99, 4, 2223-2242. Doi:10.1785/0120080104.
- Scognamiglio L., Tinti E., Michelini A., Dreger DS, Cirella A., Cocco M., Mazza S., Piatanesi A., (2010). *Fast Determination of Moment Tensors and Rupture History: What Has Been Learned from the 6 April 2009 L’Aquila Earthquake Sequence*. Seismol. Res. Lett., 81(6), 892-906.

Allegato

Schede stazioni

T1011

Castello del Matese (CE)

CARTA D'IDENTITÀ

IN	30/12/2013
OU	03/03/2014
LAT	N 41.35964
LON	E 14.41748
ALT	1152 M

STRUMENTAZIONE

ACQUISITORE	REF TEK 130
SENSORE	LE 3DLITE
SENSORE	EPISENSOR FBA ES-T
ALIMENTAZIONE	PANNELLI SOLARI

CONFIGURAZIONE

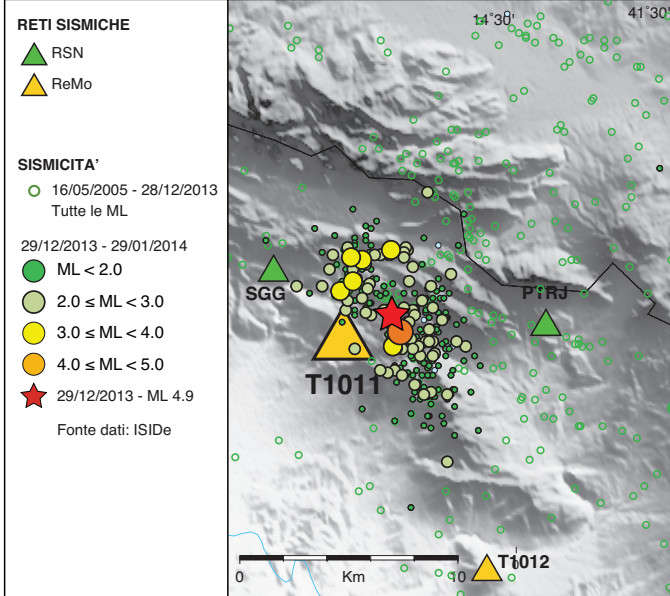
ACQUISIZIONE	REAL-TIME
PASSO DI CAMPIONAMENT	125 SPS ENTRAMBI I SENSORI
GAIN	1

STATION CODE

VELOCIMETRO	IV.T1011..EH?
ACCELEROMETR	IV.T1011..HN?

ISC

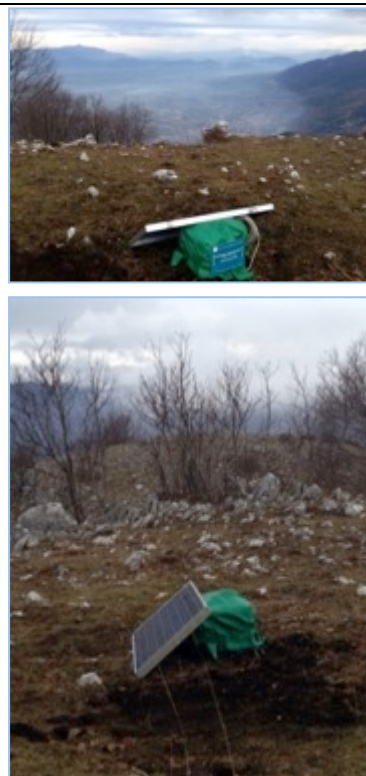
REGISTRAZIONE	SI
---------------	----



La stazione temporanea T1011, installata in occasione della emergenza sismica avvenuta a fine 2013 nell'area del Matese, era dotata di un *router* UMTS per permettere la trasmissione del dato alla sala di sorveglianza sismica INGV. La stazione ha iniziato ad acquisire e trasmettere i dati poco dopo le ore 17.00 UTC del 30 dicembre; dal pomeriggio del giorno seguente la stazione è stata inclusa nel sistema di acquisizione INGV. Il primo terremoto in cui la T1011 ha contribuito alla localizzazione, è l'evento del 31 dicembre alle ore 22:52:10 UTC.

La stazione ha mostrato problemi di alimentazione, risultata di fatto insufficiente in considerazione delle condizioni meteo del periodo. Inoltre la trasmissione dei dati UMTS non è stata continua a causa della copertura non ottimale del gestore a nostra disposizione.

Tuttavia l'acquisitore ha archiviato il dato anche in modalità locale, utilizzando le *compact flash* di cui le Ref Tek sono dotate garantendo la continuità del dato acquisito.



Il sito che ha ospitato la stazione è stato, contestualmente alla sua installazione, registrato presso l'*International Seismological Centre* (vedi Paragrafo 2.1.1).

T1012

Faicchio (BN)

CARTA D'IDENTITÀ

IN	31/12/2013
OU	03/03/2014
LAT	N 41.26233
LON	E 14.49652
ALT	599M

STRUMENTAZIONE

ACQUISITORE	REF TEK 130
SENSORE	LE 3DLITE
SENSORE	EPISENSOR FBA ES-T
ALIMENTAZIONE	PANNELLI SOLARI

CONFIGURAZIONE

ACQUISIZIONE	REAL-TIME
PASSO DI CAMPIONAMENT	125 SPS ENTRAMBI I SENSORI
GAIN	1

STATION CODE

VELOCIMETRO	IV.T0912..EH?
ACCELEROMETR	IV.T0912..HN?

ISC

REGISTRAZIONE	SI
---------------	----

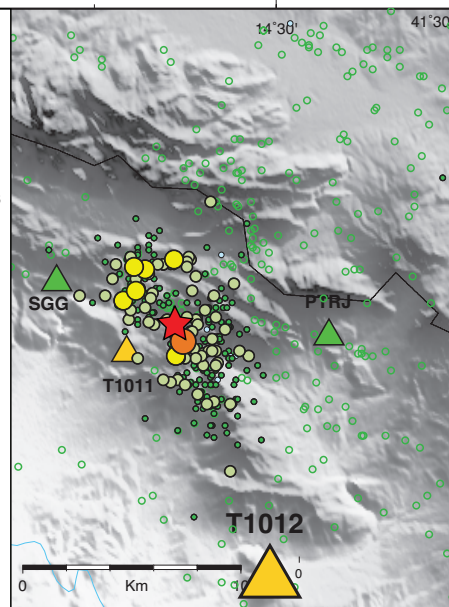
RETI SISMICHE

- RSN
- ReMo

SISMICITÀ

- 16/05/2005 - 28/12/2013
Tutte le ML
- 29/12/2013 - 29/01/2014
- ML < 2.0
- 2.0 ≤ ML < 3.0
- 3.0 ≤ ML < 4.0
- 4.0 ≤ ML < 5.0
- 29/12/2013 - ML 4.9

Fonte dati: ISIDe



La T1012, installata nell'ambito della campagna di acquisizione dati svoltasi in occasione della emergenza nel Matese iniziata il 29 dicembre 2013 con l'evento sismico di M_L 4.9, è stata predisposta il secondo giorno di crisi sismica.

Come la T1011, è stata anch'essa dotata di un router con sistema UMTS per permettere la trasmissione del dato acquisito alla sala di sorveglianza sismica INGV. La stazione ha iniziato ad acquisire e trasmettere i dati poco dopo le ore 10.00 UTC del 31 dicembre; dal primo pomeriggio del giorno seguente, dopo un doveroso controllo della qualità del dato, la stazione è stata inclusa nel sistema di acquisizione INGV. Il primo terremoto in cui T1012 ha contribuito alla localizzazione, è l'evento del 1 gennaio 2014 alle 21:30:19.

Anche questa stazione ha presentato problemi di alimentazione risultata di fatto insufficiente in considerazione delle condizioni meteo del periodo.



Anche la trasmissione dei dati UMTS è stata altalenante. Tuttavia l'acquisitore ha continuato ad archiviare in modalità locale, utilizzando le *compact flash* di cui le Ref Tek sono dotate garantendo la continuità del dato acquisito. Il sito che ha ospitato la stazione è stato, contestualmente alla sua installazione, registrato presso l'*International Seismological Centre* (vedi Paragrafo 2.1.1).

SCHEDA STAZIONE

VITU

Vitulano (BN)

CARTA D'IDENTITÀ

IN 31/12/2013

OU -----

LAT N 41.18326

LON E 14.63015

ALT 1152M

STRUMENTAZIONE

ACQUISITORE GAIA1

SENSORE LE 3D/5s

SENSORE -----

ALIMENTAZIONE PANNELLI SOLARI

CONFIGURAZIONE

ACQUISIZIONE REAL-TIME

PASSO DI CAMPIONAMENT 100 SPS

GAIN 1

STATION CODE

VELOCIMETRO IV.VITU..EH?

ACCELEROMETR -----

ISC

REGISTRAZIONE SI

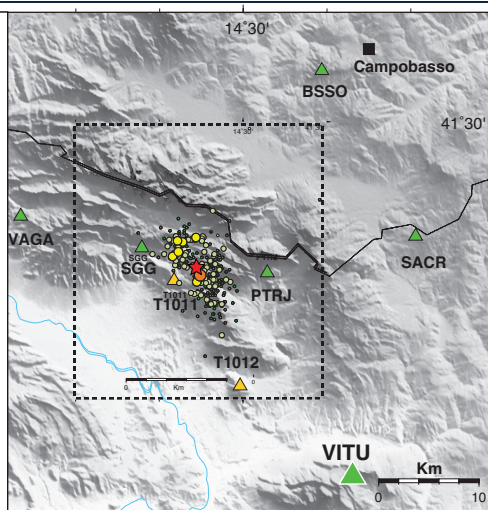
RETI SISMICHE

- ▲ RSN
- ▲ ReMo

SISMICITÀ

- 16/05/2005 - 28/12/2013
Tutte le ML
- 29/12/2013 - 29/01/2014
- ML < 2.0
- 2.0 ≤ ML < 3.0
- 3.0 ≤ ML < 4.0
- 4.0 ≤ ML < 5.0
- ★ 29/12/2013 - ML 4.9

Fonte dati: ISIDE



La stazione VITU è stata installata in occasione della emergenza sismica nell'area del Matese in modalità temporanea in attesa di essere trasformata in un sito permanente della RSN.

La stazione è dotata di un sistema di acquisizione GAIA2 e un router UMTS per permettere la trasmissione del dato in tempo reale alla sala di sorveglianza sismica INGV di Roma. La stazione ha iniziato ad acquisire e trasmettere i dati poco dopo le ore 12.00 UTC del 31 dicembre; dal primo pomeriggio del giorno seguente la stazione è stata inclusa nel sistema di acquisizione INGV.

Il sito che ha ospitato la stazione è stato, contestualmente alla sua installazione, registrato presso l'International Seismological Centre (vedi Paragrafo 2.1.1).



Coordinamento editoriale e impaginazione

Centro Editoriale Nazionale | INGV

Progetto grafico e redazionale

Daniela Riposati | Laboratorio Grafica e Immagini | INGV

© 2014 INGV Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

Via di Vigna Murata, 605

00143 Roma

Tel. +39 06518601 Fax +39 065041181

<http://www.ingv.it>



Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia